

Identificação de tipologias florestais em Machipanda, Moçambique, a partir da segmentação de imagens IKONOS

Mario Sebastião Tuzine¹
Nelson Carlos Rosot²
Jorge Antonio Silva Centeno³

¹Instituto Superior Politécnico de Gaza-ISPG,
Caixa Postal 1 Recinto da Escola Agrária Chokwe, Gaza - Moçambique
tuzine@yahoo.com.br

^{1,2}Universidade Federal de Paraná UFPR Av. Prof. Lothário Meissner, 632
Jardim Botânico - Curitiba - Paraná - Brasil
ncrosot@ufpr.br

³Universidade Federal de Paraná UFPR, setor de ciências de terra. Depto de Geomática
Centro Politécnico - Curitiba - Paraná - Brasil
centeno@ufpr.br

Abstract. Towards a better classification of forestry typologies is necessary as a pre-requisite an excellent segmentation. In This article was conducted a comparative study to find the best combination of bands and scaling parameter in targeting a region reforestation in Inhamacari - Machipanda in Manica-Mozambique typical of central region of Mozambique. In this study, the 4-m IKONOS image was spatially enhanced to a 1-m image using the panchromatic layer. Where were used 3 parameters of scale 50, 100 and 150 as a tool to adjust the size of the object, furthermore used 4 enhanced bands and a mask NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). The experiments showed that the use of near-infrared band, along with a parameter of scale 100, produces the best results. The number of threads depends not only on the scale parameter. Experiments show that the amount of segments also depends on the spectral information used and weights assigned to each spectral band. Using NDVI and blue band, objects tend to be larger and do not occur extremely small regions, which prove that the discrimination of typologies depends very much on the information present in the near-infrared band.

Palavras-chaves: Remote sensing, high resolution imagery, spectral segmentation, sensoriamento remoto, imagens de alta resolução, segmentação espectral.

1.Introdução

Cerca de 70% do território moçambicano encontra-se coberto por alguma forma de vegetação lenhosa natural ou semi-natural, dos quais cerca de 51% são florestas definidas nas classes de florestas densas sempre verde, florestas densas decíduas, florestas abertas, florestas abertas decíduas, mais florestas abertas em áreas regularmente inundadas. Os remanescentes 19% são ocupados de outras formações lenhosas tais como matagais, áreas arbustivas, arbustos em áreas úmidas, mosaicos de florestas com agricultura itinerante (Marzoli, 2008).

Um dos primeiros passos para manejo sustentável florestal da qual outras decisões como plantios manejo (desbastes e podas) depende de um perfeito mapeamento de uso e cobertura. O conhecimento da ocupação do solo e da sua localização em uma determinada região fornece elementos para o planejamento de uso ambiental e de extração de recursos naturais visando à melhoria da qualidade de vida da população.

A análise do uso e cobertura do solo, mediante informações de Sensoriamento Remoto, constitui uma técnica de grande utilidade ao planejamento e administração da ocupação

ordenada e racional do meio físico, além de possibilitar avaliar e monitorar a preservação de áreas de vegetação natural (Sousa *et al.*2010)

A segmentação e a classificação são ferramentas que possibilitam a extração rápida e eficiente de informação de tipologias, bastando para o tal o conhecimento prévio das características espectrais e de forma dos objetos, contudo os alvos vegetais não possuem forma pré-definida e são espacialmente de difícil estruturação. Assim a informação espectral surge como alternativa para detecção e classificação de tipologia florestal.

O presente trabalho tem como objetivo identificar tipologias numa imagem IKONOS II, avaliar a informação espectral e testar o parâmetro de escala no segmentador ecognition 4.0.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Localização da Área de estudo

O distrito de Manica localiza-se na parte central a Oeste na província de Manica, com o formato alongado e estreito, limitado a Norte pelo distrito de Barué, a sul pelo distrito de Sussendenga, a Este pelo distrito de Gôndola e a Oeste em toda sua extensão pela Republica de Zimbábwe, geograficamente tem as seguintes coordenadas de referencias (471780 e 7906907).

O clima distrito de Manica, segundo classificação climática de Koppen é do tipo temperado úmido (Cw). A região montanhosa de Manica registra valores médios anuais na ordem dos 1000 e 1200 mm de chuva. Em geral, a distribuição das chuvas é irregular ao longo do ano, observando claramente a existência de duas estações bem distintas, a estação chuvosa e seca. A estação das chuvas tem início no mês de novembro e seu termino no mês de abril. O balanço hídrico permite apurar que o período de excesso de água ocorre no mês de Novembro a Março, período no qual a precipitação é maior em relação à evapotranspiração.

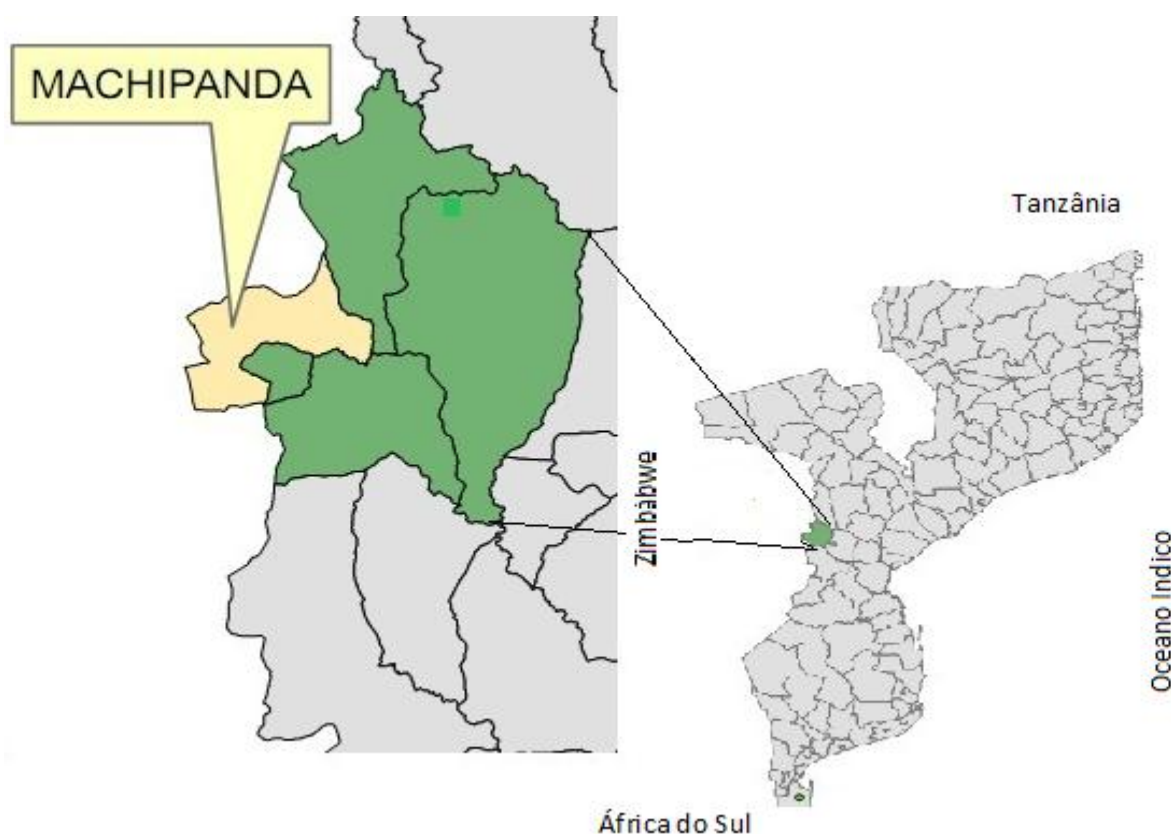


Figura 1. Localização geográfica da área de estudo

2.2. Segmentação

Cada vez mais imagens de alta resolução são utilizadas para se extrair informações do espaço através de métodos de segmentação e classificação. A segmentação é um processo que consiste em dividir as imagens em segmentos homogêneos (Gonzalez e Woods, 2000).

Com o objetivo de obter os elementos formadores dos objetos como unidades de processamento básicas, a orientação a objeto na análise de imagens requer a completa segmentação da imagem. Foi realizada, portanto a segmentação multi-resolução (multi-escala) e em níveis hierárquicos, determinados pelo critério de fusão de segmentos que se torna menos rígido conforme se ascende na escala hierárquica, ou vice-versa. Assim, neste estudo foram gerados diferentes resultados de segmentação, com diferentes tamanhos de objetos. Estes resultados se organizam em níveis inter-relacionados, sendo o nível superior o que possui segmentos maiores. O nível imediatamente inferior possui sub-objetos que são formadores dos objetos do nível superior e assim sucessivamente.

O critério de semelhança é usado para definir a uniformidade dos segmentos. Dois critérios são usados para descrever a separação do objeto da imagem: critério da cor (espectral) e o critério da forma (suavização e compactação). Estes critérios controlam a homogeneidade dos segmentos e regiões (Baatz e Shape, 2001).

A descrição de heterogeneidade (h) espectral é conjugada pela soma dos desvios padrão dos tons de cinza para uma dada banda (σ_c) ponderados pelos pesos (w_c), (Equação 1):

$$h = \sum_c w_c \sigma_c \quad (1)$$

O valor de fusão versa em duas partes: Um critério de cor e um critério de forma. O critério de cor é a mudança na heterogeneidade que acontece após a fusão de dois objetos, descrita pela mudança do desvio ponderado dos valores espectrais. O critério de forma é um valor que descreve o aperfeiçoamento da forma em relação a dois modelos de padrão de forma. O cálculo genérico do valor de fusão para heterogeneidade da cor e para heterogeneidade da forma é feito da seguinte maneira (Equação 2):

$$f = w \cdot h_c + (1 - w) \cdot h_f \quad (2)$$

w é o peso definido pelo usuário para cor ($0 \leq w \leq 1$)

f = valor de fusão

h_c = heterogeneidade da cor

h_f = heterogeneidade da forma

O critério espectral h_{cor} é a média ponderada das mudanças nos desvios padrões para cada banda c . Os desvios padrões são ponderados pelos tamanhos dos objetos n_{obj} (Equação 3):

$$h_{cor} = \sum_c w_c \left(n_{fusao} \cdot \sigma_c^{fusao} - \left(n_{obj1} \cdot \sigma_c^{obj1} + n_{obj2} \cdot \sigma_c^{obj2} \right) \right) \quad (3)$$

2.3. Índice de vegetação normalizado (Normalized Difference Vegetation Index-NDVI)

Os índices de vegetação consistem em transformações matemáticas que identificam a contribuição espectral das plantas em observações multiespectrais, tradicionalmente aplicadas no monitoramento da vegetação, quando são utilizados dados de sensoriamento remoto (Velasco *et al*, 2007). Os valores derivam-se, principalmente, dos dados de reflectância da banda vermelha e do infra-vermelho próximo. Eles operam pela intensidade da absorção do

pigmento da clorofila no vermelho, em contraste com a alta refletância dos materiais das plantas no infra-vermelho próximo. As potencialidades e limites dos diferentes índices são discutidos por vários autores (Plummer, 2000, Maselli *et al*, 1998)

Foi determinado um índice de vegetação (NDVI) com as bandas 3 (vermelho) e 4 (infravermelho próximo) pela (Equação 4), visto que NDVI pode servir com dado complementar à segmentação de vegetação.

$$NDVI = \frac{IVP - VER}{IVP + VER} \quad (4)$$

2.4 Procedimentos

Para avaliar o desempenho da segmentação, foi utilizado uma imagem IKONOS de 4 metros de resolução espacial nas bandas multiespectrais e 1 metro na pancromática. Inicialmente foi efetuada a fusão das imagens para obter uma imagem colorida com 1 metro de resolução espacial. Para ilustrar este artigo, uma área recortada de cerca de 20,6 ha correspondente 515 X 400 pixels foi escolhida. Esta área é coberta por Pinus, Eucalyptus e plantio jovens de Pinus da floresta de Inhamacari em Machipanda- Moçambique.

Usando as bandas vermelho e infra-vermelho próximo, foi calculada uma banda adicional, correspondente ao índice de vegetação normalizado (NDVI).

Com a finalidade de avaliar o melhor conjunto de bandas, três combinações foram escolhidas, conforme é mostrado na tabela 1. Nelas, os pesos atribuídos às bandas no processo de segmentação foi também variado para salientar determinadas bandas.

Finalmente, diferentes parâmetros de escala foram utilizados para verificar a melhor segmentação (parâmetros de escala 50, 100 e 150). Na segmentação, apenas a informação espectral foi utilizada. Por isto, o peso dado à componente espectral do fator de forma é igual a um. Assim sendo, a segmentação foi controlada apenas por variações de tonalidade.

3. Resultados e Discussão

A partir desta segmentação foi visivelmente notável os segmentos referentes a diferentes tipos de vegetação e gerados diferentes quantidades de segmentos relativos aos testes tabela 1.

Tabela 1. Peso da cor, composição, peso da banda, parâmetros da escala e objetos gerados em cada processo.

Composição(RGB)	Peso da banda	Escala	Objetos gerados
B3:B4:B2	1:2:1	50	772
		100	179
		150	77
B3:B4:B2	1:1:1	50	602
		100	143
		150	49
B2:NDVI:B1	1:1:1	50	169
		100	133
		150	11

De acordo com a tabela 1 observou-se que os segmentos nas escalas inferiores (50) são mais próximos à imagem inicial.

Comparando as imagens apresentadas na figura 2 podem ser feitas duas análises. A primeira se refere à diferente ponderação das bandas espectrais.

A combinação (B3:B4:B2 1:1:1) atribui pesos iguais a todas as bandas. Isto implica que o peso da região do infravermelho é a metade do peso total dado à região do visível. A segunda combinação (B3:B4:B2 com pesos 1:2:1) confere peso igual (2) à região do infravermelho próximo em relação à soma das bandas do visível (1+1). Isto tem como efeito uma melhor discriminação da vegetação e as diferentes tipologias. Isto é justificado no fato da banda do infravermelho ser aquela que melhor reflete as diferenças da estrutura interna da folha. No terceiro caso, a combinação (B2:NDVI:B1) com pesos iguais, inclui uma nova banda, a do azul. Analisando os pesos desta combinação, nota-se que a informação do infravermelho próximo está reduzida, pois ela aparece compondo o índice de vegetação junto com a banda do vermelho. Como consequência, as regiões obtidas após a segmentação não refletem as diferenças tipológicas presentes na área de estudo.

A segunda análise se refere à variação do parâmetro de escala, que neste caso é puramente espectral. É esperado que o aumento do parâmetro de escala gere um número menor de segmentos, o que é verificado na tabela 1, mantendo a combinação de bandas constante. O efeito desta variação na imagem é que os segmentos são maiores, agrupando diversas tonalidades numa única região, ou seja, imprimindo uma forte generalização à imagem.

Analisando a melhor combinação (B3:B4:B2 com pesos 1:2:1) é observado que o parâmetro de escala igual a 100 é aquele que melhor agrupa os pixels de uma mesma tipologia e ao mesmo tempo separa diferentes tipologias espacialmente adjacentes. Quando o parâmetro de escala cresce, áreas com diferente tipologia são combinadas, degradando a qualidade do resultado. Por outro lado, o parâmetro de escala menor (50) gera um elevado número de segmentos, subdividindo cada região que supostamente deveria ser uniforme quanto à tipologia.

Os segmentos podem ser observados na figura 2

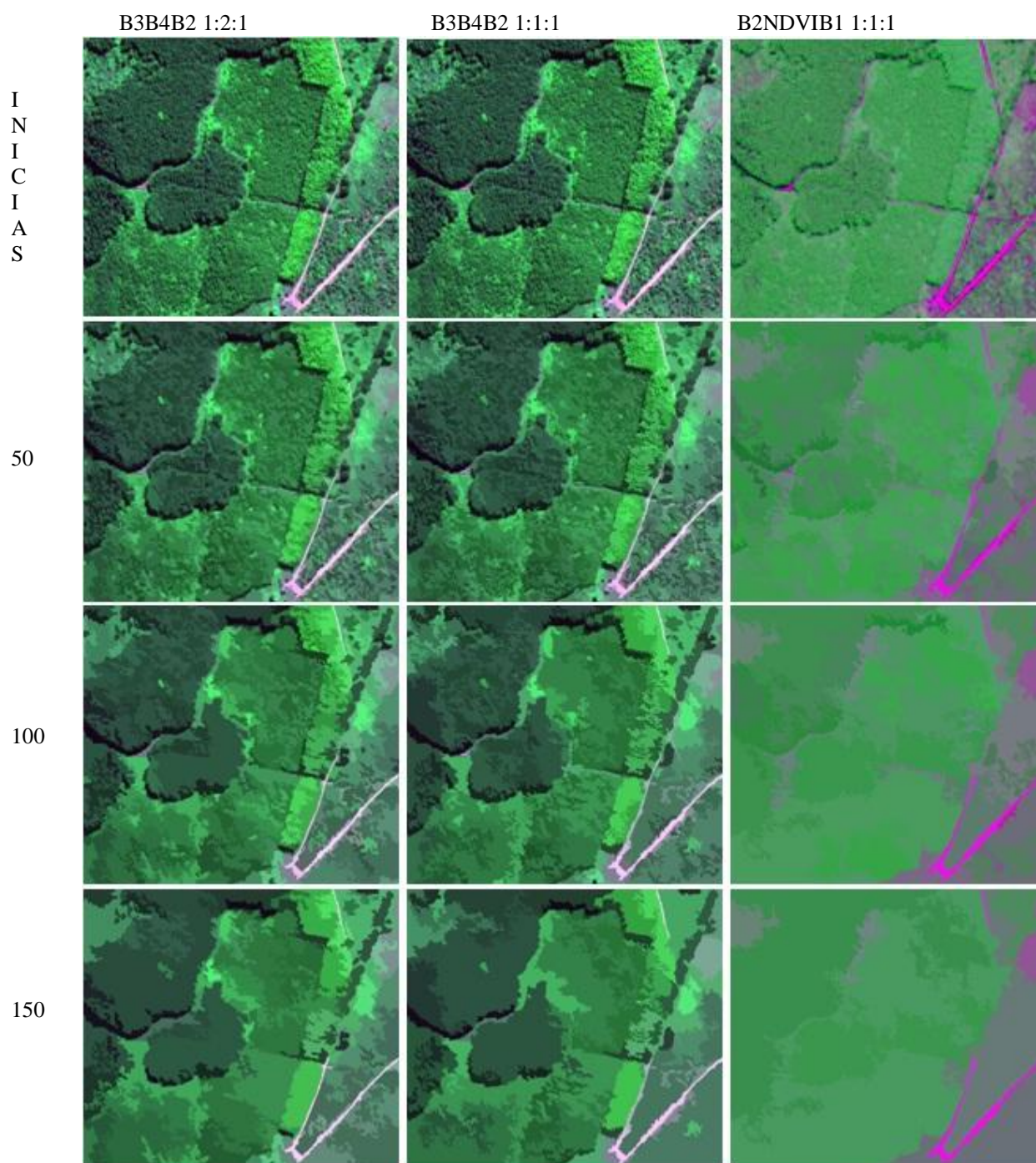


Figura2. Segmentação espectral com 3 níveis de escala

4. Conclusões

Neste artigo foi realizado um estudo comparativo visando encontrar a melhor combinação de bandas e parâmetro de escala na segmentação de uma região de reflorestamento típico da região central de Moçambique. Os experimentos mostraram que a utilização da banda do infravermelho próximo, junto com um parâmetro de escala 100, produz os melhores resultados.

O número de segmentos não depende apenas do parâmetro de escala. Os experimentos comprovam que a quantidade de segmentos depende também da informação espectral utilizada e dos pesos atribuídos a cada banda espectral.

Quando se usa o NDVI e a banda do azul, os objetos tendem a serem maiores e não ocorrem regiões extremamente pequenas, o que comprova que a discriminação de tipologias depende muito da informação presente na banda do infravermelho próximo.

Agradecimentos

Ao laboratório de processamento de imagens do departamento de Geomática da UFPR pela disponibilização software Ecognition 4.0 usado neste estudo. Agradecimento especial a engenheira florestal Naissa Batista da Luz pelo apoio técnico no uso do software.

Referências Bibliográficas

- Baatz M. and Schape A., **Multiresolution Segmentationan Optimization Approach for High Quality Multi-scale Image Segmentation**. 2007.<http://www.definiens-imaging.com> (acesso 22-08-2010).
- Velasco, G. D. N.; Polizel, J. L.; Coltri, P. P.; Lima, A. M. L. P.; Filho, D. F. S.; Aplicação do índice de vegetação NDVI(Normalized Difference Vegetation Index) em imagens de alta resolução espacial no município de Sãopaulo e suas limitações. **Revista da sociedade brasileira de arborização urbana**, Volume 2, Número 3, 2007.
- Gonzales, R. C. e Woods, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. Editora Edgard Blücher Ltda, São Paulo, 2000. 509p.
- Marzoli, A. **Inventario florestal nacional** - Avaliação integrada das florestas de Moçambique-DNTF edição Ebano Lda, Maputo 2008.
- Maselli, F.; Gilabert, M. A.; Conese, C., 1998, "Integration of High and Low Resolution NDVI Data for Monitoring Vegetation in Mediterranean Environments", **Remote Sensing Environmental**, pp. 208-218.
- Plummer, S. E.; 2000, "Perspectives on Combining Ecological Process Models and Remotely Sensed Data", **Ecological Modelling**, v. 129, pp. 169-186.
- Sousa, A. M. O.; Mesquita, P.; Gonçalves, A. C.; Silva, J. R. M. da; segmentação e classificação de tipologias florestais a partir de imagens QUICKBIRD **IX Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal** Curitiba, 2010 CD-ROM.